

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1957

THÈSE

782
N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Bernard CHAILLET

Élève de l'École du Service de Santé Militaire

Né le 18 août 1931, à Besançon (Doubs)

Présentée et soutenue publiquement le 1^{er} juillet 1957

L'ELECTRO-MANOMETRIE URINAIRE

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE LA DYNAMIQUE URETERALE**

Président : M. COUVELAIRE, Professeur

PARIS
IMPRIMERIE R. FOULON
29, RUE DEPARCIEUX, 29
1957

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du Candidat : CHAILLET

Prénom : BERNARD

Date de soutenance : 1^{er} juillet 1957



Numéro d'ordre :

(Ces deux mentions seront complétées par le Service de la Bibliothèque)

CHAILLET (BERNARD) —
L'électro-manométrie urinaire.
Contribution à l'étude de la
dynamique urétérale. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1957, in-8°,
39 p., 3 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1957, N°).

CHAILLET (BERNARD) —
L'électro-manométrie urinaire.
Contribution à l'étude de la
dynamique urétérale. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1957, in-8°,
39 p., 3 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris
1957, N°).

CHAILLET (BERNARD) —
L'électro-manométrie urinaire.
Contribution à l'étude de la
dynamique urétérale. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1957, in-8°,
39 p., 3 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1957, N°).

CHAILLET (BERNARD) —
L'électro-manométrie urinaire.
Contribution à l'étude de la
dynamique urétérale. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1957, in-8°,
39 p., 3 fig.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1957, N°).

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1957

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Bernard CHAILLET

Élève de l'École du Service de Santé Militaire

Né le 18 août 1931, à Besançon (Doubs)

Présentée et soutenue publiquement le 1^{er} juillet 1957

L'ELECTRO-MANOMETRIE URINAIRE

**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE LA DYNAMIQUE URETERALE**

Président : M. COUVELAIRE, Professeur

PARIS
IMPRIMERIE R. FOULON
29, RUE DEPARCIEUX, 29
1957

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Carnot (P.), Chabrol (Et.), Champy (C.), Chevassu (M.), Debré (R.), Delbet (P.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Laroche (G.), Laubry (Ch.), Lemaître (F.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (Ch.), Sannié (Ch.), Sézary (A.), Tanon (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET
Membre de l'Institut

ASSESSEUR Jean VERNE

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	DELARUE (A.)
Bactériologie	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon
	Cochin
	Hôtel-Dieu
	Salpêtrière
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	DE GAUDART-D'ALLAINES (F.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédie	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire	MONOD (R.)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang	CHEVALLIER (P.)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T.)
Cliniques médicales	Bichat
	Broussais
	Cochin
	Hôtel-Dieu
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médicale propédeutique	DE GENNES (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	MOREAU (R.)
Clinique de neuro-chirurgie	BARIÉTY (M.)
Cliniques obstétricales	DEBRAY (C.)
	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
	BOULIN (R.)
Clinique d'obstétrique et de gynécologie	PETIT-DUTAILLIS (D.)
	LACOMME (M.)
Clinique ophtalmologique	VARANGOT (J.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	LANTUÉJOL (P.)
Clinique de pneumo-phtisiologie	RENARD (G.)
Clinique psychiatrique infantile	AUBIN (A.)
Clinique de puériculture	BERNARD (E.)
Clinique rhumatologique médicale et sociale	HEUYER (C.)
Clinique stomatologique	LELONG (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale	COSTE (F.)
Clinique thérapeutique médicale	DECHAUME (M.)
	SÉNÈQUE (J.)
	LEMAIRE (A.)

Clinique urologique	FEY (B.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Génétique médicale	LAMY (M.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	SOULIÉ (P.)
Histologie	VERNE (J.)
Hygiène et clinique de la première enfance	TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (C.)
Médecine légale	PIÉDELIEVRE (R.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Parasitologie et histoire naturelle médicale	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	LENÈGRE (J.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (chaire à titre personnel)	MERKLEN (F.)
Pathologie médicale	DECOURT (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (J.)
Pédiatrie sociale	MARIE (J.)
Pharmacologie et matière médicale	HAZARD (R.)
Physico-chimie médicale (chaire à titre personnel)	DOGNON (A.)
Physiologie	BINET (L.)
Physique médicale	STROHL (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale	PATEL (J.)
Thérapeutique	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES ET AGREGES

MM.	MM.
Anatomie	Neurologie
DELMAS (A.) <i>pr. s. ch.</i> CABROL (C.) DEBEYRE (J.) OLIVIER (G.)	LHERMITTE (F.) GRASSET (J.) LE LORIER (G.) LEPAGE (F.)
Anatomie pathologique	Obstétrique
GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) <i>pr. s. ch.</i> BUSSET (F.) GOUYGOU (Ch.)	MERGER (R.) MORIN (P.) RAVINA (J.) ROBEY (M.)
Bactériologie	Ophthalmologie
NÉVOT (A.) <i>pr. s. ch.</i> CHRISTOL (D.)	BRÉGEAT (P.) DESIGNES (P.)
Biochimie médicale	Orthopédie
ETTORI (J.) <i>pr. s. ch.</i> DESGREZ (P.) POLONOVSKI (J.) SCHAPIRA (R.)	JUDET (R.)
Biologie médicale	Oto-rhino-laryngologie
BOURLIÈRE (F.)	AUBRY (M.) MADURO (R.)
Dermato-Syphiligraphie	Parasitologie
DUPERRAT (F.)	BRUMPT (L.-C.) CHABAUD (A.) ABOULKER (P.) BARCAT (J.) BAUMANN (J.) CAUCHOIX (J.) DUBOST (C.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) GOSSET (J.) LAURENCE (G.) LORTAT-JACOB (J.) MATHEY (J.) OLIVIER (Cl.) POILLEUX (F.) THOMERET (G.) VERNE (J.-M.)
Embryologie	Pathologie chirurgicale
TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)	LOEPER (J.) MAURICE (P.)
Histologie	
COUJARD (R.) N... N...	
Hydrologie	
CORNET (A.)	
Hygiène	
BOYER (J.) <i>pr. s. ch.</i> DEPARIS (M.) <i>pr. s. ch.</i>	
Maladies infectieuses	
BASTIN (R.)	
Médecine légale	
DEROBERT (L.) <i>pr. s. ch.</i> GAULTIER (M.) HADENGUE (A.)	
Médecine du travail	
ALBAHARY (C.)	
Neuro-chirurgie	
DAVID (M.)	

	MM.
Pathologie médicale	BOUDIN (G.)
	BOUVIER (J.-B.)
	BRICAIRE (H.)
	BRISSAUD (H.)
	CASTAIGNE (P.)
	CONTE (M.)
	DEROT (M.)
	DOMART (A.)
	LAMOTTE (M.)
	LAROCHE (C.-P.)
	MACREZ (Cl.)
	MILLIEZ (P.)
	PÉQUIGNOT (H.)
	PERRAULT (M.)
	RAMBERT (P.)
	ROYER (P.)
Pédiatrie	THIEFFRY (St.)
	TURIAT (J.)
	WOLFROMM (R.)
	N...
	JOSEPH (R.)
	MOZZICONACCI (P.)
	POLONOVSKY (Cl.)

	MM.
Pharmacologie	CHEYMOL (J.) <i>pr. s. ch.</i>
	LEVY (Mlle J.) <i>pr. s. ch.</i>
Physiologie	BARJETON (D.) <i>pr. s. ch.</i>
	PARROT (J.) <i>pr. s. ch.</i>
	DEJOURS (P.)
Physique médicale	DJOURNO (A.) <i>pr. s. ch.</i>
	GOUGEROT (L.)
Pneumo- Phtisiologie	KREIS (B.)
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	MICHAUX (L.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)
Stomatologie	CERNÉA (P.)
	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)
Urologie	KUSS (R.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

	MM.
Clinique chirurgicale	AMELINE (A.)
	HUGUIER (J.)
	LÉGER (L.)
	PADOVANI (P.)
	ROUX (M.)
Clinique médicale	DREYFUS (Gilbert)
	HAGUENAU (J.) <i>pr. s. ch.</i>
	KOURILSKY (R.)
	MARCHAL (G.)
Clinique neurologique	DE SÈZE (S.)

	MM.
Clinique obstétricale	MAYER (M.)
Clinique ophtalmologique	OFFRET (G.)
Clinique pédiatrique	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)

Secrétaire général de la Faculté M. MOREL (J.)
 Secrétaire Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur, chargé de la direction M. le Docteur HAHN (A.)
 Conservateur Mlle GOICHON (A.)
 Bibliothécaires } Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.),
 LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

AU COMMANDANT CHAILLET

Mon père

*En hommage à son sens profond du
devoir.*

A MA MERE

Avec toute ma reconnaissance filiale.

A MA FEMME

*Compagne de nos dernières années
d'étude. Elle nous a toujours aidé et
encouragé.*

Avec tout mon amour.

A MA FILLE

A MON FRERE, A MES SŒURS

A MES BEAUX-PARENTS

MADAME GIRARDOT

A la mémoire de MONSIEUR B. GIRARDOT

*Que ses hautes qualités de cœur et
d'esprit nous soient un exemple.*

A MON BEAU-FRERE

MEIS et AMICIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR R. COUVELAIRE

Professeur de Pathologie Chirurgicale à la Faculté de Médecine
Chirurgien des Hôpitaux
Chevalier de la Légion d'Honneur

Il nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse; qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS JUGES

Hommages respectueux.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE MÉDECIN LIEUTENANT-COLONEL ROUFFILANGE

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Spécialiste d'Urologie des Hôpitaux Militaires
Chef du Service d'Urologie du Val-de-Grâce
Chevalier de la Légion d'Honneur

Il nous a fait l'honneur de nous confier ce travail. Nous sommes heureux de lui témoigner notre grande admiration.

Qu'il trouve ici l'expression de notre sincère reconnaissance, pour sa bienveillante et paternelle direction, et pour l'enseignement si riche et si vivant qu'il nous a toujours dispensé pendant notre stage d'interne dans son service.

A MONSIEUR LE MÉDECIN COLONEL JAULMES

Chef de la Section Technique de Recherches et d'Etudes
des Services de Santé des Armées

*Grâce à qui nous avons pu entre-
prendre ce travail.*

*En gage de notre admiration et de
notre reconnaissance.*

A MONSIEUR LE MÉDECIN CAPITAINE STUPFEL

*Qui a guidé nos recherches et nous
a toujours prodigué ses conseils.*

*Qu'il trouve ici l'expression de nos
remerciements.*

A MESSIEURS LES ASSISTANTS
DU SERVICE D'UROLOGIE DU VAL-DE-GRACE

LES MÉDECINS CAPITAINES

FARSY, FRANCK DE PREAUMONT, THOMAS

A NOS MAITRES DES HOPITAUX CIVILS ET MILITAIRES
DE LYON ET DE PARIS

A MESDAMES LES INFIRMIERES
DU SERVICE D'UROLOGIE DU VAL-DE-GRACE

A MES CAMARADES
DU PRYTANEE MILITAIRE
ET DE L'ECOLE DU SERVICE DE SANTE MILITAIRE

INTRODUCTION

Nul ne met en doute aujourd'hui l'intérêt que revêt en Urologie l'étude de la dynamique pyélo-urétérale. LEGUEU, dès 1931, mettait déjà l'accent sur cette importante question.

En effet, en dehors des altérations pathologiques évidentes de la voie excrétrice du rein touchant les différentes tuniques, des obstructions intrinsèques par calcul ou extrinsèques par compression, il existe des altérations uniquement fonctionnelles par défaut ou par excès qui ne manquent pas, tout comme une cause anatomique, de retentir à la longue sur le rein.

Si, grâce à l'Urographie intraveineuse et à l'Urétéro-pyélographie rétrograde, nous avons d'excellentes méthodes d'investigation de la morphologie de la voie excrétrice du rein, nous sommes, au contraire, beaucoup plus démunis lorsqu'il s'agit d'analyser son état fonctionnel.

Les clichés d'urographie intraveineuse, bien que parfois très évocateurs, ne nous permettent pas d'apprécier avec rigueur l'état dynamique de l'arbre pyélo-urétéral. Nous nous élevons contre cette tendance de trop nombreux radiologistes qui, au simple examen de clichés d'urographie, portent des diagnostics, soit d'hyper ou d'hypotonie, ou bien d'hyper ou d'hypokinésie.

Ce chapitre des dystonies et des dyskinésies urinaires est bien obscur et il est tentant de leur imputer nombre de coliques néphrétiques et même d'hématuries qui restent inexpliquées après un bilan urologique complet.

C'est grâce à une méthode d'enregistrement du péristaltisme urétéral que l'on parviendra peut-être à se faire une idée de ces altérations fonctionnelles du muscle urétéral qui accompagnent ou précédent nombre d'affections rénales.

Nous pensons également que l'enregistrement du péristaltisme urétéral est une méthode indispensable pour l'étude des différents agents pharmacodynamiques utilisés en Urologie.

Le présent travail, consacré à la physiologie de l'uretère, a pu être réalisé grâce à l'emploi d'un manomètre électronique ultra-sensible, fidèle, sans inertie.

Le but que nous nous proposons en l'entreprenant était de tenter d'établir un urétérogramme normal. Nous avons aussi étudié l'action sur l'uretère de certains agents pharmacodynamiques.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

La motricité pyélo-urétérale a, depuis de longues années, fait l'objet de nombreuses études; l'expérimentation a porté surtout sur des uretères d'animaux *in vivo* et *in vitro*.

Chez l'homme, deux grandes séries de méthodes : l'une, extrinsèque, se rapporte à l'examen radiographique ou scopique après injection de substance de contraste (pyéloscopie, urokymographie, urographies sériées et radiocinématographie urinaire, l'autre fait appel à l'endoscopie : on introduit dans la lumière urétérale des sondes de modèles variés et on recueille :

- soit des courants d'action;
- soit le passage d'un anneau de contraction;
- soit des pressions liquidiennes.

I. — EXPERIMENTATION SUR L'URETERE

« IN SITU »

A) CHEZ L'ANIMAL

C'est RIGOT, en 1836, qui aurait découvert le premier, en opérant des animaux, l'activité contractile de l'uretère.

MULLER, en 1840, obtient des contractions urétérales par excitation galvanique.

Ce n'est que trente ans après qu'ENGELMANN procède à l'étude systématique de la contractilité de l'uretère de lapin. Sans procédé d'enregistrement, il détermine la vitesse de l'onde contractile qu'il situe entre 2 et 3 centimètres/seconde.

RANVIER, en 1880, provoque, grâce au courant galvanique, des contractions localisées sur l'uretère de rat à ses deux extrémités rénale et vésicale, mais n'obtient pas de contraction en excitant la partie moyenne.

MAIER, en 1881, provoque une onde péristaltique se dirigeant de la vessie vers le rein en excitant l'extrémité vésicale de l'uretère de rat : première constatation d'un antipéristaltisme.

HENDERSON, en 1905, réalise un enregistrement manométrique des contractions urétérales du chien après avoir sectionné l'uretère du côté vésical et y avoir introduit une canule.

LUCAS, en 1906, reprend ces expériences en évitant de sectionner l'uretère. Il introduit la sonde à travers le parenchyme rénal et montre que les contractions urétérales ont pour effet d'augmenter la pression de l'urine.

B) CHEZ L'HOMME

En 1908, BERENSNEGOWSKI parvient à enregistrer les variations de pression intra-urétérale chez une femme atteinte de fistule vésico-vaginale et dont les orifices urétéraux sont facilement accessibles.

TRATTNER, en 1924, grâce à son hydrophorograph, enregistre des contractions urétérales en mettant en rapport une sonde urétérale, avec une ampoule de Marey.

En 1925, LEGUEU crée la pyéloscopie, technique consistant en l'observation radioscopique de l'arbre pyélo-urétéral après injection *in situ* grâce à une sonde urétérale d'un produit de contraste.

Un an après l'invention par VON LICHTENBERG de l'urographie intraveineuse, CUMMINGS, en 1931, crée la radiocinématographie urinaire, technique intéressante appliquée couramment en France par FEY et ses élèves.

STOBBAERTS, en 1936, utilisant le principe du dessin animé, objective la progression de l'onde contractile du bassinet à la vessie.

MINGERS, en 1937, crée la polygraphie cathodique de l'uretère. Il enregistre simultanément les courants d'action de l'uretère à plusieurs niveaux différents, trois en moyenne, et obtient ainsi des tracés qui montrent le sens et le rythme des contractions. Cependant les tracés sont difficiles à interpréter en raison de nombreuses ondes parasites et surtout du fait que les électrodes ne sont pas en contact permanent avec les parois urétérales.

GREGOIR, en 1951, met au point l'urokymographie. Les clichés obtenus donnent des renseignements intéressants sur l'état contractile du muscle urétéral.

KAPANDJI, en 1949, met au point une méthode d'exploration par voie haute dont il serait vain de soutenir l'inocuité. Il s'agit de la radio-manométrie méato-urétéro-pyélo-calicielle par ponction transpariétale du bassinet après immobilisation du rein par trois aiguilles rendues solidaires après transfixion rénale.

Tout récemment, en 1955, BORS et BLIN créent une méthode d'investigation originale qu'ils appellent kymographie urétérale. Ils n'enregistrent ni des pressions, ni des courants d'action, mais le passage des anneaux de contraction au niveau de petits appareils disposés sur la sonde urétérale et qu'ils appellent « Transducers ». Là encore l'enregistrement manque de précision et de netteté, bien qu'il apporte des renseignements intéressants.

Toutes ces méthodes d'étude de l'uretère *in situ* confirment ce que nombre d'auteurs ont constaté en travaillant sur l'uretère isolé.

II. — EXPERIMENTATION SUR L'URETERE « IN VITRO »

LINA STERN, en 1903, montre l'existence de contractions spontanées d'uretère isolés de cobayes, de chiens, de chats et de lapins, et pratique des enregistrements myographiques.

BOULET, en 1913, vérifie les conclusions de LINA STERN en travaillant sur des uretères humains prélevés une demi-heure après décapitation.

LUCAS, MACHT et ROTH, en 1916, expérimentent sur des uretères de porc, de bœuf, de chat, de chien et sur des uretères humains.

SATANI, en 1919, étudie le péristaltisme de l'uretère de porc qu'il divise en trois segments égaux. Il constate que le tiers supérieur se contracte plus souvent que les deux autres segments et que les contractions sont plus fortes dans le segment inférieur.

HRYNTSCHAK, en 1925, travaillant lui aussi sur l'uretère de porc, obtient des tracés mettant bien en évidence la propagation d'ondes contractiles de l'extrémité rénale à l'extrémité vésicale de l'uretère.

GRUBER, en 1928, enregistre simultanément les contractions des fibres musculaires longitudinales et circulaires d'un uretère de porc dans la lumière duquel règne une pression déterminée. Il obtient ainsi des renseignements sur le rythme, l'amplitude, le sens et la vitesse des contractions et différencie l'action des fibres longitudinales et circulaires. Il retrouve les conclusions de HENDERSON : les contractions urétérales sont responsables d'une augmentation de pression du liquide contenu dans l'uretère.

L'effet des variations de pression intra-urétérale sur le péristaltisme a été étudié par SOKOLOFF et LUSINGER en 1881 *in situ* et par BINET et STOIVESCO en 1928 sur l'uretère isolé. Etude capitale qui montre un déterminisme, une dépendance absolue de l'uretère vis-à-vis du liquide qui chemine dans sa lumière.

Pour une pression nulle ou faible (quelques centimètres d'eau), il n'existe pas de contractions, celles-ci n'apparaissent qu'à une pression voisine de 5 cm d'eau et sont optima entre 15 et 20 cm, puis elles décroissent pour devenir imperceptibles au-dessus de 40 cm d'eau.

Ces auteurs mettent ainsi en évidence l'importance capitale de la pression intra-urétérale.

CHAPITRE II

ELECTROMANOMETRIE URINAIRE

I. — GENERALITES

LUCAS, HENDERSON, BERENSNEGOWSKI et TRATTNER n'avaient à leur disposition pour leurs études manométriques que l'antique ampoule de Marey. Ce petit appareil simple, robuste et peu coûteux, a rendu et continue à rendre d'éminents services au physiologiste. Si, grâce à lui, l'analyse de certains phénomènes dynamiques peut être entreprise dans de bonnes conditions, l'étude des variations de pression intra-urétérale *in situ* chez l'homme se heurte à un obstacle de taille qui est la finesse de la lumière d'une sonde urétérale. En effet, les déplacements de la membrane pour être appréciables doivent correspondre à une mobilisation de la colonne liquidienne dans la sonde, et la pression enregistrée n'est plus une pression vraie. Cette mince colonne liquidienne n'obéit qu'en partie aux lois de l'hydrostatique; entrent alors en jeu les lois de Poiseuille sur la viscosité.

Le manomètre électronique, par son extrême sensibilité, permet de lever cet écueil.

La pression intra-urétérale est transmise au détecteur au moyen d'un cathétère long et fin dont l'influence est négligeable par suite du très faible déplacement de liquide.

L'enregistrement se fait sur papier photographique dans un enregistreur séparé contenant un oscillographe à miroir. Incorporé dans l'appareil, un dispositif d'étalonnage permet de graduer en pression l'amplitude des courbes.

Les sensibilités normales permettent d'étudier une gamme de pression très étendue de quelques centimètres d'eau à 400 cm d'eau.

II. — PRINCIPE

La pression intra-urétérale agit sur une membrane métallique très fine de 15/100 de mm par l'intermédiaire de la colonne liquidienne incompressible contenue dans la sonde urétérale et le cathétère de plomb fixé à l'appareil.

Les très faibles déformations de la membrane, de l'ordre de 1/1.000 de mm, agissent sur les pièces d'un circuit oscillant à très haute fréquence dont le courant moyen varie ainsi en fonction de la pression.

Le courant parcourt un oscillographe à miroir à réponse rapide dont le spot assure l'enregistrement des courbes de pression.

III. — DESCRIPTION

L'électromanomètre est composé de trois parties essentielles :

- 1) LE MANOMÈTRE ÉLECTRONIQUE proprement dit avec son alimentation sur le secteur.

La sonde urétérale est reliée à un cathétère en plomb à paroi très épaisse afin d'être pratiquement inextensible au moyen d'une aiguille s'adaptant sur un embout conique.

Le cathétère est en relation avec la capsule détectrice de pression constituée par une cavité fermée par une membrane de mesure dont les déplacements sont transmis à une pièce qui se déplace entre deux galettes de circuit de haute fréquence. Cette capsule présente une canalisation terminée par un petit robinet pour l'évacuation des gaz qu'elle peut contenir.

Le circuit électrique de mesure est très complexe, il comprend :

- les oscillateurs à haute fréquence constitués par deux tubes électroniques;
- un circuit d'équilibrage commandé par un bouton marqué « Remise à zéro » permet d'équilibrer les deux oscillateurs de manière à ce que le spot ne bouge pas quand on change de sensibilité;
- un circuit d'ajustement de sensibilité à six positions : repos, scopie qui permet d'étudier la courbe sur l'écran d'un oscilloscope cathodique, et quatre sensibilités différentes. Nous n'avons pratiquement travaillé qu'avec la sensibilité maximum (50), ce qui correspond à un déplacement de 10 cm de spot pour une pression de 50 mm de Hg (70 cm d'eau environ);
- un circuit de cadrage permet, en l'absence de pression, d'amener le spot sur le papier sensible au niveau choisi comme origine;
- un circuit électrique d'alimentation branché sur le courant secteur, alternatif 50 P/sec.

2) DISPOSITIF DE LIAISON, PURGE ET ÉTALONNAGE

Un « bloc-robinet » est relié à la capsule détective au moyen d'une canalisation inextensible; trois ajutages munis de robinets sont en relation respectivement :

- avec un cathétère;
- avec un manomètre à eau;
- avec un vase d'étalonnage et de remplissage.

Dans ce vase en verre on trouve une réserve d'eau distillée; il est obturé par un bouchon muni d'un ajutage qui permet de créer une pression à l'intérieur grâce à une poire en caoutchouc. Cette pression est connue grâce à un manomètre à mercure de précision.

3) LE STATIF AJUSTABLE

L'ensemble est fixé sur un plateau mobile le long d'une colonne à crémaillère solidaire d'un lourd socle en fonte. Ce dispositif permet d'amener le niveau liquide qui se trouve à

l'intérieur du vase, exactement dans le même plan horizontal que la capsule de mesure. A cet effet, il existe sur le plateau un dispositif permettant de faire varier la hauteur de ce vase. Ce niveau est repéré par un manomètre à eau fixé sur le bloc-robinet.

IV. — MISE EN SERVICE

La mise en œuvre de l'appareil demande environ une demi-heure. Ce n'est que lorsque tout est prêt que l'on procède au cathétérisme urétéral.

On dispose les appareils au même niveau que la table d'examen; le manomètre sur une table différente de l'enregistreur, les vibrations de ce dernier affectant la capsule, donc entraînant une modification de la courbe.

Fixer le cathéter et le manomètre à eau sur le bloc-robinet.

Garnir d'un rouleau de papier-photo la bobine débitrice de l'enregistreur (12 mètres sur 12 cm de large).

Etablir les connexions électriques entre les trois éléments : alimentation, manomètre, enregistreur.

Brancher sur le secteur et attendre cinq minutes avant de passer sur une sensibilité de travail pour procéder à l'équilibrage. Profiter du temps pendant lequel les circuits électroniques se stabilisent pour procéder au réglage hydraulique.

Remplir le vase d'étalonnage d'eau distillée aux trois quarts, le refermer grâce à la bride de serrage.

Créer une pression quelconque dans le vase pour purger successivement la capsule, le manomètre à eau et le cathéter, en ouvrant les robinets correspondants.

Amener le niveau du vase d'étalonnage au niveau de la capsule indiquée par le 0 du manomètre à eau.

Agir sur la commande de la crémaillère pour amener tout le système au niveau de la cavité explorée.

Procéder au réglage électronique : le commutateur de sensibilité étant en position « Repos », agir sur le bouton « Cadrage » pour amener le spot lumineux visible sur un

écran de l'enregistreur; sur le point pris pour origine de pression (vers la gauche). Repérer ce point avec précision. Vérifier qu'aucune pression n'existe dans le vase d'étalonnage. Passer alors en sensibilité 50, le spot se déplace, le ramener grâce au bouton « Remise à zéro » sur le même point considéré comme origine des pressions.

A ce moment, quelle que soit la sensibilité employée, le spot reste au même point en l'absence de pression dans le réservoir.

V. — ENREGISTREMENT D'UNE COURBE D'ETALONNAGE

Mettre en communication la capsule avec le vase d'étalonnage.

Faire monter la pression par paliers successifs à l'aide de la poire en caoutchouc, contrôler les pressions sur le manomètre étalon. Enregistrer le 0 et chaque valeur de pression. On peut ainsi tracer une courbe-pression en centimètre d'eau/centimètre sur le papier à partir de la ligne 0.

VI. — ENREGISTREMENT DU PERISTALTISME

Le sujet que l'on se propose d'examiner aura ingéré deux heures avant un demi-litre de liquide.

Après anesthésie urétérale par instillation de 10 cm³ d'une solution de Novocaïne à 3 % qu'on laisse agir 10 minutes, introduction du cystoscope bilatéral porteur de deux sondes urétérales à bout coupé n° 12, munies d'un seul orifice, les sondes ordinaires possédant deux orifices distants de 1 cm. Chez des sujets pusillanimes nous avons pratiqué une anesthésie épidurale qui ne modifie en rien, comme nous avons pu le constater, le péristaltisme urétéral.

On monte doucement les deux sondes, l'une est mise en place jusque dans le bassinnet d'un côté, elle servira de contrôle pour la diurèse, l'autre, exploratrice, sera montée de

5 en 5 cm de l'autre côté. La sonde étant à 5 cm dans l'urètre pelvien, on attend que l'urine perle à l'extrémité. Ce n'est qu'après avoir observé deux éjaculations que nous branchons la sonde sur le cathéter, lui aussi purgé et plein de liquide, au moyen d'une aiguille entrant à frottement dur dans la sonde. On met la sonde urétérale en communication avec la capsule détective en agissant sur le bloc-robinet. Sur l'écran de l'enregistreur on observe le spot lumineux qui passe du zéro à une position correspondant à une dizaine de centimètres d'eau ; puis survient un mouvement brusque du spot vers la droite. Après retour à la position d'équilibre, une deuxième contraction succède à un temps de repos variable, ainsi on se fait une idée de l'amplitude et du rythme des contractions, on peut alors enregistrer une succession de contractions.

Si on laisse en place un certain temps la sonde urétérale, on voit la pression de repos monter, il y a alors rétention, la sonde s'opposant à l'évacuation de l'urine. Il convient alors de vidanger : on débranche la sonde urétérale et on laisse s'écouler l'urine qui s'évacue en filet ou en une succession rapide et ininterrompue de gouttes. On ne rebranche que lorsqu'on obtient deux éjaculations vraies, groupe de 4 ou 5 gouttes, séparées par un temps où il ne s'écoule rien.

On prendra ainsi des enregistrements de 5 en 5 cm à 5, 10, 15, 20, 25, 30 centimètres.

CHAPITRE III

RESULTATS

De l'étude systématique de la contractilité du haut appareil excréteur urinaire, grâce à un manomètre électronique ultra-sensible, fidèle et sans inertie, il ressort que :

I. — Il est possible d'enregistrer le péristaltisme urétéral *in situ* chez l'homme dans des conditions qui se rapprochent le plus de la physiologie normale.

a) En effet, la présence d'une sonde urétérale dans la lumière n'altère en rien sa contractilité comme le mettent en évidence des travaux antérieurs. Une méthode électro-myographique enregistrant les courants d'action à l'extérieur de l'uretère avant et après introduction de la sonde, montre des courbes identiques.

b) Les critiques exprimées par MINGERS envers les méthodes manométriques :

- distension permanente de l'uretère;
- impossibilité d'inscrire simultanément les contractions se produisant à des niveaux différents;

ne sont guère recevables. En effet, la distension est loin d'être toujours effective. Quand la contraction arrive au niveau de la portion intra-murale de l'uretère, l'urine qu'elle pousse devant elle est souvent à une pression suffisante pour vaincre l'obstacle. De toute façon les tracés mettent en évidence ce qui revient au péristaltisme dans des conditions d'évacuation normale ou dans des cas de rétention partielle ou totale.

D'autre part, l'enregistrement simultané de l'état contractile en différents points de l'uretère n'est intéressant que pour la détermination du sens de l'onde péristaltique.

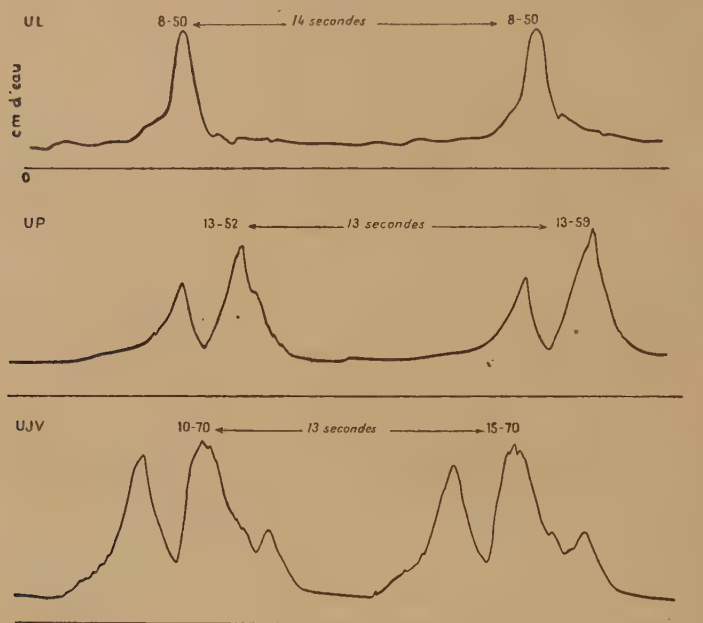


FIGURE 1

Courbe d'enregistrement des pressions urétérales en cm d'eau à différents niveaux. Noter que l'intensité de la contraction croît de haut en bas et que l'onde, simple dans l'uretère lombaire (UL), devient double dans l'uretère pelvien (UP) et triple à la partie inférieure juxta-vésicale (UJV).

Electromanomètre de Beaudouin.

(Enregistrements de l'Auteur)

L'intérêt de cette étude est négligeable par le fait qu'il n'a jamais été constaté d'antipéristaltisme dans des conditions physiologiques et qu'il est rare, même dans des cas sévères de pathologie de l'uretère inférieur, tels que : calculs, rétrécisse-

NOTA : Les figures sont reproduites dans « Rapports et Informations » (LI^e Session de l'Association Française d'Urologie, Paris, octobre 1957, pages 71, 76, 77). Docteur AUVERT.

ments, reflux vésico-urétéral (6 cas sur 32 dans une statistique de MINGERS).

II. — L'électro-manométrie urinaire rend compte fidèlement du tonus pyélo-urétéral et des différentes caractéristiques des contractions urétérales par la mesure des pressions endocavitaires :

— Rythme, durée, amplitude, vitesse de propagation.

A) LE RYTHME

Il est essentiellement variable et dépend de l'intensité de la diurèse. Pour un même sujet il est constant pendant un temps d'examen relativement court, temps pendant lequel la diurèse peut être considérée comme constante.

On note en moyenne 3 à 5 contractions à la minute. Après restriction liquidienne on peut tomber à un rythme bas : une contraction toutes les 2 minutes et même moins.

Au contraire, en régime de polyurie, le rythme augmente jusqu'à 10 à 15 minutes pour arriver, quand la diurèse est très importante, à un rythme élevé, les contractions se succédant presque sans phase de repos entre elles, interférant quelquefois, ce qui rend à l'enregistrement une allure anarchique difficile à interpréter.

D'autre part, le rythme est le même à tous les niveaux de l'uretère, ce qui implique une vitesse constante de l'onde péristaltique du bassinet à la vessie.

B) L'AMPLITUDE

Une constatation importante s'impose d'emblée : l'amplitude des contractions est d'autant plus élevée que l'on se rapproche de la vessie.

La pression est minimum au niveau des calices et du bassinet, maximum au niveau de l'uretère intra-mural : de 15 cm d'eau à 70 cm d'eau le plus fréquemment. De plus, cette augmentation de pression ne s'effectue pas progressive-

ment suivant une courbe régulièrement ascendante, mais d'une manière discontinue, par paliers, l'amplitude des contractions restant identique pour certains segments urétéraux.

Cette constatation tend à faire la preuve de la théorie de l'excrétion urinaire suivant le principe des cystoïdes (FUCHS, CAMPBELL, BEGEJ et NARATH). Ce dernier auteur, grâce à une

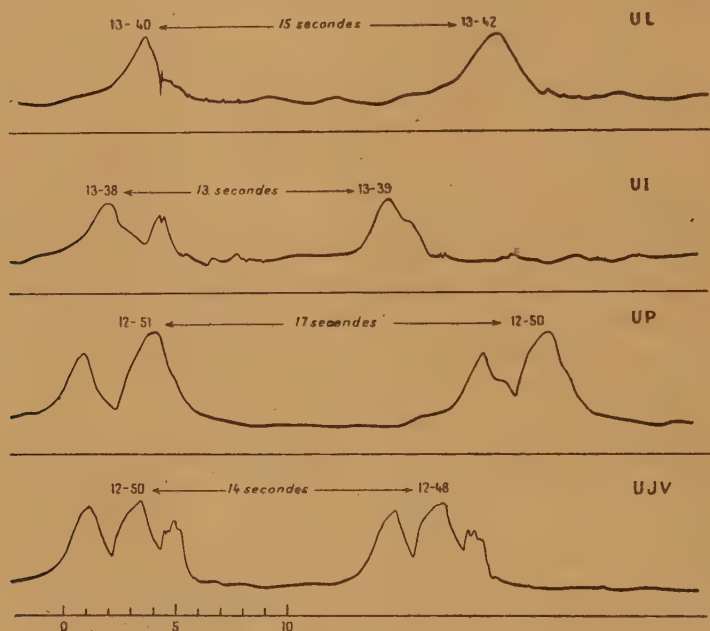


FIGURE 2

Autres courbes d'enregistrement électromanométrique des pressions urétérales sur un même malade à différents niveaux : uretère lombaire (UL), uretère iliaque (UI), uretère pelvien (UP) et uretère juxta-vésical (UJV).

(Enregistrements de l'Auteur)

technique d'urographies sériées a constaté le long de l'arbre pyélo-urétéral la présence de nœuds et de ventres toujours situés chez un même individu aux mêmes endroits. Chaque élément, chaque segment contractile, est considéré comme une entité physiologique qu'on nomme cystoïde. L'arbre pyélo-urétéral est ainsi divisé généralement en six segments étagés

qui sont : les petits calices, les tiges calicielles principales, le bassinnet, l'uretère lombaire supérieur, l'uretère lombaire inférieur, et l'uretère pelvien.

Un cystoïde rempli d'urine est au repos ; son sphincter physiologique du côté rénal se ferme en même temps qu'il se contracte ; simultanément, le sphincter du côté vésical s'ouvre et l'urine s'écoule dans le cystoïde sous-jacent. Ainsi, de cystoïde en cystoïde, l'urine s'écoule régulièrement vers la vessie.

Il n'est pas que l'électro-manométrie urinaire et la méthode d'urographies sériées comme preuves de cette théorie des cystoïdes, la pyéloscopie et le radio-cinéma l'objectivent d'une manière assez nette.

Si, dans la majorité des cas, l'excrétion urinaire s'effectue selon ce principe, nous avons pu néanmoins observer, dans quelques rares cas, une pression élevée dans le haut de l'uretère lombaire se maintenant au même niveau jusqu'au passage de l'uretère intra-mural. Dans ces cas, il semble que l'on ait affaire à un anneau de contraction se propageant du bassinnet à la vessie, poussant devant lui une colonne d'urine. Ce mode d'excrétion correspond à la théorie de LEGUEU, dite du « péristaltisme unitaire ». GREGOIR, en urokymographie, aurait souvent retrouvé ce mode de travail urétéral.

L'amplitude des ondes n'est pas à elle seule suffisante pour rendre compte du travail du muscle urétéral ; il faut aussi considérer la durée de la contraction. Ce qui rend le mieux compte de ce travail est ainsi la surface de l'onde. Cette durée est plus importante au niveau de l'uretère inférieur que dans l'uretère sous-pyélique. Elle varie de 1 seconde environ à quelquefois 5 ou même 6 secondes.

On doit aussi considérer la forme de ces ondes. Pour des sujets normaux on note un extrême polymorphisme des tracés. On ne sait quelle signification a, par exemple, une onde amputée, une onde pointue, arrondie, asymétrique. Un fait cependant est remarquable : une onde, partie unique du bassinnet, se dédouble au niveau de l'uretère lombaire et multiplie ses accidents plus on descend pour présenter au niveau

de l'uretère pelvien cinq ou six accidents successifs. Quelle signification donner à cette succession d'accidents intéressant la même contraction? Peut-être doit-on en trouver l'explication par l'entrée en jeu de couches musculaires nouvelles : trousseau de Waldeyer. Ce véritable train d'ondes semble traduire la nécessité d'un effort accru du muscle urétéral pour vaincre le passage rétréci de l'uretère intra-mural.

C) VITESSE

Nous avons pu, grâce à un artifice bien simple, mesurer avec exactitude la vitesse de propagation de l'onde péristaltique urétérale.



FIGURE 3

Enregistrements de la vitesse de propagation de l'onde péristaltique urétérale avec la sonde bi-perforée. L'intervalle de 10 cm séparant les deux orifices est franchi sur la courbe A en 2,5 secondes et sur la courbe B en 3,6 secondes.

(Enregistrements de l'Auteur)

Une sonde urétérale n° 12 à bout olivaire a été munie, le long d'une même génératrice, de deux orifices identiques situés à 10 cm l'un de l'autre. Le premier orifice est disposé à 1 cm de l'extrémité. La pression enregistrée est une résultante des pressions exercées au niveau de ces deux orifices. La courbe obtenue n'a aucune valeur quant à l'amplitude et à la forme des ondes, mais quel que soit son aspect elle présente toujours deux accidents successifs qui correspondent

respectivement au passage de l'onde devant chaque orifice. On lit directement sur la courbe le temps mis par l'onde pour parcourir ces 10 cm, une simple règle de trois ou une abaque donne immédiatement la vitesse.

On constate en déplaçant la sonde que cette vitesse est la même pour différents segments urétéraux, elle est de 3 cm/seconde en moyenne. La vitesse de propagation de l'onde péristaltique urétérale est donc constante.

D) LE TONUS

Entre deux complexes systolo-diastoliques existe une phase de repos plus ou moins importante, variable avec le rythme des contractions. La pression revient à un chiffre moyen et se continue en plateau jusqu'à la contraction suivante.

Cette pression de repos semble traduire un certain état tonique du muscle pyélo-urétéral; cette pression est remarquablement la même à tous les niveaux et sensiblement égale à 10 cm d'eau; elle est d'ailleurs équivalente à la pression endoviscérale moyenne. Elle est à rapprocher d'autres questions physiologiques telles que la pression veineuse et la pression intra-abdominale.

III. — Les facteurs influençant le péristaltisme urétéral.

Depuis que Jack LAPIDES, en 1948, grâce à une méthode manométrique (modification de l'hydrophoragraphe de Trattner), a montré que l'activité dynamique urétérale n'était pas modifiée par les agents pharmacodynamiques, on sait que l'uretère est un organe automatique, autonome, que sa motricité est d'origine myogène.

De très nombreux corps ont été administrés à des patients sans succès :

- parasympathico - mimétiques : Carbaminoylcholine; Prostigmine;
- parasympathicolytiques : Belladone, Atropine;

- sympathico-mimétiques : Adrénaline;
- ganglioplégiques : Tétræthylammonium;
- procaine intrarachidienne;
- curarisants;
- spasmolytiques masculotropes : Papavérine; Nitrite d'amyle.

Nous avons personnellement essayé la Spasmalgine I.V., la Morphine I.V., l'Atropine I.V., et la Prostigmine I.M. et nous n'avons constaté avec aucun de ces corps aucune modification en plus ou en moins du péristaltisme urétéral. Chaque fois qu'il nous semblait qu'un médicament avait une action, force nous était de constater que l'augmentation ou la diminution du péristaltisme était concomittante à une augmentation ou à une diminution de la diurèse. La contractilité urétérale semble entretenue ainsi par le passage de l'urine et lui est proportionnelle dans certaines limites.

D'autre part, nous signalons l'action paralysante de la Novocaïne intra-urétérale en 12 minutes. Il semble que nous ayons paralysé les fines ramifications nerveuses perdues dans la muqueuse, celles-ci étant sensibles aux variations de pression. A la lumière de ces deux faits, on peut imaginer la contractilité urétérale comme étant entretenue par la mise en jeu de réflexes ultra courts urothelium-muscle lisse.

On peut se faire une idée du retentissement d'une obstruction partielle ou totale de la voie excrétrice par les modifications du tracé d'enregistrement en l'absence de toute évacuation. Quand on laisse en place assez longtemps une sonde urétérale sans vidanger, il se produit une accumulation d'urine dans tout l'arbre pyélo-urétéral.

Dans une première phase les contractions augmentent en amplitude et leur fréquence s'élève, c'est une phase d'adaptation, le muscle luttant efficacement.

Puis les contractions deviennent moins amples, leur fréquence continue à s'élever, de même que la pression de base. On entre ainsi dans une phase de décompensation, les contractions devenant inefficaces, l'urine s'accumule dans l'arbre pyélo-urétéral.

Finalement, au bout d'un temps assez court, on obtient un enregistrement caractéristique : les contractions de faible amplitude, rapides, subintrantes, sans phase de repos entre elles ; la pression moyenne est très élevée et constante ; c'est le rythme pendulaire. Cette pression est en équilibre avec la pression de filtration rénale, l'urine secrétée par le rein ne peut plus franchir la papille : c'est la colique néphrétique avec, à l'urographie intraveineuse, une néphrographie intense et, plus tard, un rein muet.

CONCLUSIONS

I. — Nous décrivons une méthode d'étude électro-manométrique du péristaltisme urétéral chez l'homme par voie endoscopique.

II. — Il nous est possible de déterminer avec précision les différents éléments constitutants du péristaltisme urétéral : amplitude, durée, rythme, vitesse. Les chiffres obtenus corroborent les conclusions des travaux antérieurs.

III. — Nous définissons un urétérogramme normal dans des conditions bien déterminées de diurèse et de diamètre de sonde urétérale. La qualité des courbes obtenues est bien supérieure à celle de tous les enregistrements obtenus par d'autres méthodes.

IV. — Nous apportons une confirmation à la théorie de l'excrétion urinaire suivant le principe des cystoïdes. L'arbre pyélo-urétéral est considéré comme étant composé d'une succession de segments fonctionnels non individualisés anatomiquement.

V. — Une expérimentation pharmacodynamique restreinte nous permet néanmoins de soutenir que l'atropine, la morphine, la spasalgine et la prostigmine n'ont pas d'action directe sur la motricité urétérale.

Ces conclusions rejoignent celles de l'Américain LAPIDES : les différents agents pharmacodynamiques n'agiraient sur l'uretère qu'en modifiant la diurèse. L'uretère apparaît ainsi comme un organe autonome, ses contractions étant sous la stricte dépendance du débit urinaire.

Nous signalons l'action paralysante de la novocaïne intra-urétérale.

VI. — Cette méthode peut permettre l'étude des altérations dynamiques accompagnant des cas connus de pathologie pyélo-urétérale; peut-être aussi pourra-t-elle mettre en évidence les troubles primitifs du péristaltisme urétéral en l'absence de toute lésion objectivée par un bilan urologique complet. Nous pensons que cette méthode peut ainsi permettre d'entreprendre avec une grande rigueur scientifique l'étude des dyskinésies pyélo-urétérales.

VII. — Cette méthode est avant tout un instrument de recherche, elle ne prétend pas prendre dans un avenir immédiat sa place en urologie à côté des méthodes de diagnostic usuelles.

Vu, le Doyen :
BINET

Vu, le Président de Thèse :
COUVELAIRE

Vu et permis d'imprimer,
le Recteur de l'Académie de Paris :
SARRAILH

BIBLIOGRAPHIE

- ARRIGONI (G.). — La Fisiopatologia ureterale. (Milano, 1938.)
- BARIÉTY (M.) et KOHLER (D.). — Excitations urétéro-pyéliques. (*C. R. Soc. Bio. T.*, 1938, 128-375.)
- BARTH. — Recherches sur la structure de l'uretère humain. (*Thèse*, Nancy, 1893.)
- BINET et STOICESCO. — Recherches sur la motricité de l'uretère. (*Arch. Urol. Clin. de Necker*.)
- BLANC (H.). — Contribution à la physio-pathologie de l'uretère. (*J. Urol.*, Paris, 1935, 40, 289.)
- BORS (E.) et BLINN (K.). — A new method of recording ureteral peristaltis : ureteral-kynography. (*The journal of urol.*, 1955, 74, 31.)
- BRETON et PLANDIVRA. — Contraccion ritmica del munon ureteral post nefrectomia. (*An. Med. y Cyrugia*, 1947, 22, 7.)
- CHIATELLINO (A.) et RAVASINI (G.). — Osservazioni sulle manifestazioni elettriche dell attività contractile dell uretere. (*Atti. Soc. ital. chir. Congresso Pavia*, 1933.)
- Caratteri e significato delle correnti d'azione dell uretere umano. (*Boll. Soc. ital. biol.*, 1934, sper/9, 93.)
- CONRADT (J.). — Etude des contractions de l'uretère chez le chien. (*Arch. intern. physiol.*, 1936, 42, 309 et 1936, 43, 70.)
- DE BEAUFOND (F.) et PORCHER (P.). — L'exploration fonctionnelle du canal excréteur du rein. (*Ann. Mal. org. génito-U.*, 1927, 3, 27.)
- DUBOIS (Ch.) et BIZARD (G.). — Traité de physiologie normale et pathologie. (T. 3, 1.069, 1.081.)
- DURAND (L.) et DESCOTES (J.). — Etude expérimentale de l'innervation pyélo-urétérale. (*Lyon Chir.*, 1952, 47, 709.)
- ENGELMANN (T.). — Zur physiologie des ureters. (*Arch. f. d. ges. physiol.*, 1869, 2, 243.)

- FEY (B.) et TRUCHOT (P.). — La motricité pyélique étudiée par l'urographie. (*J. Urol.*, Paris, 1934, 360.)
- FEY (B.), TRUCHOT (P.) et DOSSOT (R.). — Motricité normale et pathologique du bassinet. Son exploration par la pyéloscopie. (*Arch. urol. clin. Necker*, 1925, 5, 1.)
- FRIEDL (F.). — Motilitätstudien am ureter. (*Klin. Wchnschr.*, 1936, 15, 1.197.)
- FUCHS (F.). — Zur anatomie und mechanik des ureters. (*Ztschr. urol. chir.*, 1927, 22, 435.)
- Theorie der harnwegen funktion. (*Ztschr. urol. chir.*, 1933, 37, 154.)
- Die hydromechanik der nieren. (*Ztschr. urol. chir.*, 1931, 33, 1.)
- GOUYGOU (Ch.). — Etude systématique de l'appareil musculaire lisse excréto-urinaire supérieur. (*J. Urol.*, Paris, 1949, 55, 296.)
- GREGOIR (W.). — Les troubles moteurs de l'arbre urinaire supérieur. (*Congrès Belge d'Urologie*, 1951.)
- L'urokymographie et la radiomanométrie urinaire. (Masson, édit., 1953.)
- GROSSU, STRJA et GEORGESCO. — Influences hormonales sur la dynamique urétérale. (*C. R. Soc. Biol.*, 1935, 119, 628.)
- HATZ. — Renal peristaltic cycle. (*Ann. int. Med.*, 1950, 32, 971.)
- HRYNTSCHAK (T.). — Beiträge zur physiologie des ureters. (*Pflugers Arch. f. d. ges. physio.*, 1925, 209, 542.)
- ISRAEL (A.). — Versuche über die contractilität des nierenbeckens und der harnleiters. (*Ztschr. urol. chir.*, 12, 328, 1.023.)
- Das verhalten der nieren und harnleitertätigkeit während der blasen kontraktion. (1927, 21, 614.)
- KAPANDJI (M.). — Ponction du bassinet et radiomanométrie méato-urétéro-pyélocalicielle. (*Rev. chir.*, 1949, 68, 270.)
- LAPIDES (J.). — The physiology of the intact human ureter. (*The J. of urol.*, 1948, 59, 501.)
- LAUBER und SCHERER. — Pyeloskopische studien über den entleerungsmechanismus des normalen nierenbeckens. (*Fortschr. Röntg.*, 1940, 61, 222.)
- LÉGER (L.), CAILLET (A.) et LIBANDE (H.). — Introduction à l'étude de la radiomanométrie urinaire. (*J. Urol.*, Paris, 1948, 54, 597.)
- LEGUEU. — Physiologie normale et pathologique du bassinet étudiée à l'aide de la pyéloscopie. (*Scalpel*, 1926, 79, 1.027.)
- LEGUEU, FEY et PALAZZOLI. — La motricité des voies excrétrices du rein fraîchement néphrectomisé. (*C. R. soc. bio.*, 1927, 96, 1.367.)

- MICHON (J.). — Les réactions fonctionnelles et morphologiques de l'appareil urinaire au cours et au décours de la colique néphrétique. (*J. Urol.*, Paris, 1946, 53, 201.)
- MINGERS (P.). — Contribution à l'étude physiologique de l'uretère. (*Thèse*, Bruxelles, 1937.)
- *Journal belge d'urologie*, avril 1938, 11, 65, 77; août 1938, 11, 353, 372.)
 - La physio-pathologie des mouvements de l'uretère. (*J. belge d'urologie*, juin 1933, 173.)
 - Le polygramme cathodique. (*C. R. Soc. Biol.*, 1936, T. 123, 107-109.)
 - L'activité physiologique de l'uretère. (*C. R. Soc. Biol.*, 1936, T. 122, 782-785.)
- NARATH (P.A.). — The hydromechanics of the calyx remalis. (*J. of urol.*, 1940, 43, 145.)
- The physiology of the renal pelvis and the ureter. (*Urology*, T. 1, Saunders Publ., 1954.)
- PALADINI. — Contributo allo studio della contrattilità dell uretere umano col metodo ellettrografico. (*Arch. ital. urol.*, 1933, 2.)
- PEREZ, CASTRO (E.). — Uroquimografia. (*Arch. espag. urol.*, 1948, 4, 275.)
- Alteraciones dinamicas y morfologicas del ureter consecutivas a la sympatectomia peri-ureteral. (*Arch. espag. urol.*, 1944, 1, 36.)
- PROTOPOPOW (S.A.). — Beitrage zur anatomie und physiologie der uretoren. (*Arch. ges. Physio.*, 1897, 66, 1.)
- SCHEN und EBSTER. — Untersuchung über die dynamik der harnleiter. (*Deutsche Arch. Klin. Med.*, 1932, 173, 454.)
- STOBBAERTS. — La radio-cinématographie appliquée à l'étude de la physiologie normale et pathologique des voies urinaires. (*IV^e Congrès Intern. d'Urol.*, 1936.)
- TRATTNER (H.R.). — Eine neue methode zur graphischen darstellung der funktion des ureters mit dem hydrophorograph. (*Ztschr. urol. chir.*, 1932, 34, 365.)

